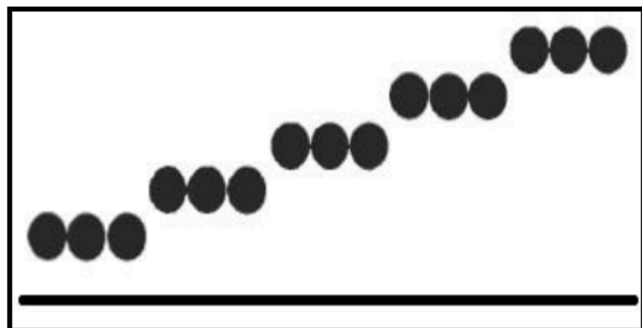
CH3 Summary

Line

Approaches for Drawing Lines طرق رسم خط

- *Analog Devices (vector pen plotter):*
  - Use continuous (analog) deflection voltages to generate a smooth line.
  دي كانت بتستخدم إشارات كهربا (جهد) بيتغير بشكل ناعم علشان يرسم الخط بشكل سلس وطبيعي، كأنك بترسم بإيدك بقلم على ورقة.
- *Digital Devices (Raster Displays):*
  - Calculate discrete/intermediate points between endpoints.
  - The line is approximated by plotting pixels on a grid.
  - Floating-point coordinates $(10.48, 20.51)$ are rounded to the nearest integers $(10, 21)$.
  - This rounding leads to a *"stair-step" (jagged) appearance.*
  - Higher resolution displays reduce the visual impact.
  - Smoothing techniques may adjust pixel intensities along the line path.

هنا بقى مفيش خط ناعم، انت بترسم على شبكة مربعات (بيكسلات)، فالجهاز بيحسب نقط ما بين بداية ونهاية الخط، ويحط بيكسلات تقرب شكل الخط، لو فيه نقطة في النص زي (10.48،20.51)، الجهاز بيقربها لأقرب بيكسل مثلا (10،21)، التقريب ده بيخلي الخط يبان "متكسر" شوية، وده اللي بنسميه *"stair-step" (jagged) appearance*، لما تكون الشاشة جودتها عالية (يعني البيكسلات صغيرة وكتيير)، الخط يبان أنعم، كمان فيه طرق بتخلي الخط يبان أنعم عن طريق إن الجهاز يغيّر درجة سطوع البيكسلات اللي حوالين الخط.



Stair-step effect (jaggies) produced when a line is generated as a series of pixel positions.

Mathematical Foundations

Line Equation in Cartesian Coordinates

رسم الخطوط مبني على اساس رياضي وهو معادلة الخط المستقيم

- *Slope-Intercept Form of line equation:*

$$y = m\,x + b$$

- *Calculations:*
  - Slope:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

- Y-intercept:

$$b = y_1 - m x_1$$

Circle

- A circle is defined as the set of points that are all at a given distance *r* from a center point (x_c, y_c).
  الدايرة هي مجموعة نقط بتبعد نفس المسافة *r* عن نقطة في النص اسمها مركز الدايرة (x_c, y_c)
- *Conventional Approaches & Their Drawbacks: الطرق التقليدية لرسم دائرة وايه عيوبهم؟*
  - Cartesian Form: Uses the equation

$$(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 = r^2$$

  which requires multiplications and square-root operations. المشكلة إنك محتاج تضرب وتطلع جذر تربيعي، وده بياخد وقت في الحسابات.
  - Parametric Form: Uses equations involving trigonometric functions, also computationally heavy.

$$x = x_c + r\cos\theta, \quad y = y_c + r\sin\theta$$

  مشكلتها ان فيها دوال مثلثية (جيب وجيب تمام)، ودي برضو تقيلة على المعالج.
  - Spacing Issues:
    - Calculated pixel positions may not be uniformly spaced.
    - Adjustments, like interchanging (x) and (y) when the slope exceeds 1 in magnitude, help but add extra computation.
  - لما تحسب أماكن النقط اللي بتمثل الدايرة على الشاشة، ساعات المسافات بينهم بتطلع مش متساوية.
  - علشان تصلح ده، ساعات بتبدّل بين x و y لو الميل كبير، وده بيزود كمان وقت التنفيذ.
- Exploiting Symmetry:
  - Quadrant Symmetry:
    - Since the circle's shape is the same in all four quadrants, calculating one quadrant can be mirrored to obtain the others.
    الدايرة شكلها متماثل في الأربع أرباع، فلو حسبت النقط في ربع واحد، تقدر تنسخها أو تعكسها علشان ترسم الثلاث أرباع التانية، بدل ما تحسبهم من الأول.
  - Octant Symmetry:
    - Further reduction is possible by calculating the pixel positions in only one-eighth of the circle (from $x = 0$ to $x = y$) and reflecting these points into the other *seven octants.*
    كمان الدايرة فيها تماثل كل 45 درجة، يعني تقدر ترسم جزء صغير (تمن الدايرة)، وبعدين تعكسه 7 مرات علشان تكمل الدايرة كلها.

Ellipse

- Ellipse Definition:
  - An ellipse is an *elongated circle. دائرة ممدودة*
  - It is defined as the set of points for which the sum of the distances from two fixed *foci بؤر* points is constant.
- Axes of the Ellipse:
  - Major Axis: The longer axis that extends through the foci.
  - Minor Axis: The shorter axis that bisects the major axis at the ellipse's center.
- General Approach:

- Elliptical curves can be generated by modifying circle-drawing procedures to account for different dimensions along the major and minor axes.
- An interactive method involves specifying the two foci and a point on the ellipse boundary; this information is used to compute the constant and the necessary coefficients for pixel generation.

- Standard Position Simplification:
    - When the ellipse's major and minor axes are aligned with the coordinate axes, the ellipse equations simplify considerably.
- Symmetry Considerations:
    - An ellipse in standard position is symmetric about the x-axis and y-axis.
    - Unlike circles, ellipses are not symmetric across the octants of a single quadrant; thus, pixel positions must be computed for the *entire quadrant.*
- Computation Reduction:
    - Compute pixel positions along the elliptical arc *in one quadrant.*
    - Use symmetry to reflect these positions into the remaining *three quadrants*, reducing overall computations.

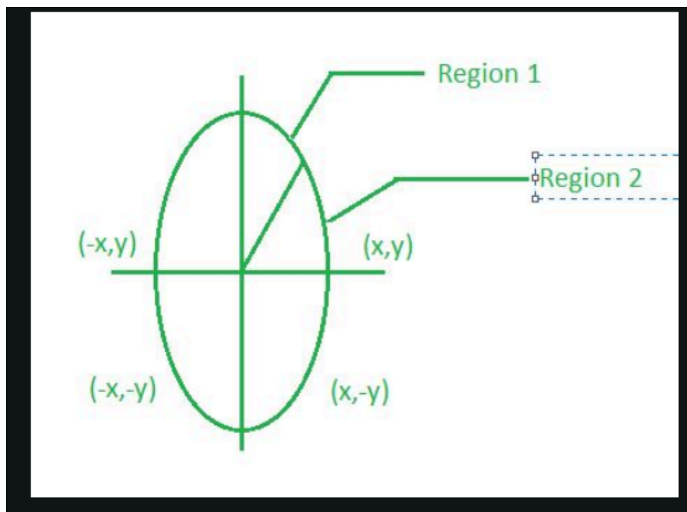
الشكل البيضاوي هو شبه الدايرة كده بس ممدود شوية، يعني شكله بيبقى اطول في اتجاه معين. بيتحدد عن طريق نقطتين ثابتين اسمهم "البؤرتين"، وأي نقطة على الإليبس بيكون مجموع بعدها عن البؤرتين ثابت. ليه محورين: واحد طويل اسمه Major Axis، وده بيمر بالبؤرتين، وواحد قصير اسمه Minor Axis، وده بيقطع الطويل في النص.
علشان نرسمه على الكمبيوتر، ممكن نستخدم نفس فكرة رسم الدايرة، بس نعدّل شوية علشان ناخد في اعتبارنا إن الطول والعرض مش قد بعض. ساعات كمان بنحدد البؤرتين ونقطة على حدود الشكل علشان نعرف نكمل الحسابات. ولو الإليبس متظبط إن محاوره ماشية مع اتجاه الـx والـy، المعادلات بتبقى أسهل بكتير. الشكل بيكون متماثل حوالين محور x وy، بس مش زي الدايرة اللي تقدر تحسب تمنها وتنسخه، الإليبس لازم تحسب البيكسلات لربع واحد بس، وبعدين تعكسهم على باقي الأرباع علشان توفر وقت ومجهود.

Midpoint Ellipse Algorithm

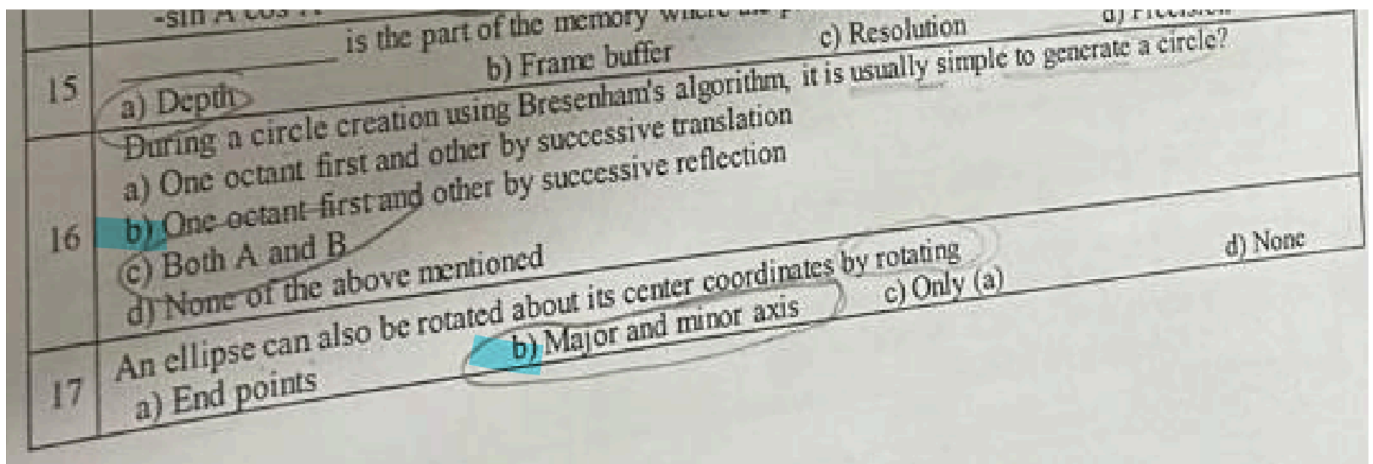
- Provides an efficient method for drawing an ellipse by determining pixel positions incrementally.
- Avoids computationally heavy operations such as multiplications, square roots, and trigonometric functions by using integer arithmetic and decision parameters.
- Midpoint ellipse algorithm plots(finds) points of an ellipse on the first quadrant by dividing the quadrant *into two regions*

دي طريقة ذكية وسريعة لرسم الإليبس على الشاشة، من غير ما نستخدم عمليات تقيلة زي الضرب الكتير أو الجذور التربيعية أو الدوال المثلثية.

- بتستخدم حسابات بأرقام صحيحة (Integer arithmetic) بدل الكسور، وده بيخليها أسرع بكتير
- بتشتغل على **الربع الأول من الإليبس**، لكن بتقسمه لـ **منطقتين** (regions) ولما تحسب النقط في الربع الأول، تقدر تعكسها على باقي الأرباع باستخدام التماثل وتكمل شكل الإليبس كله بسهولة.



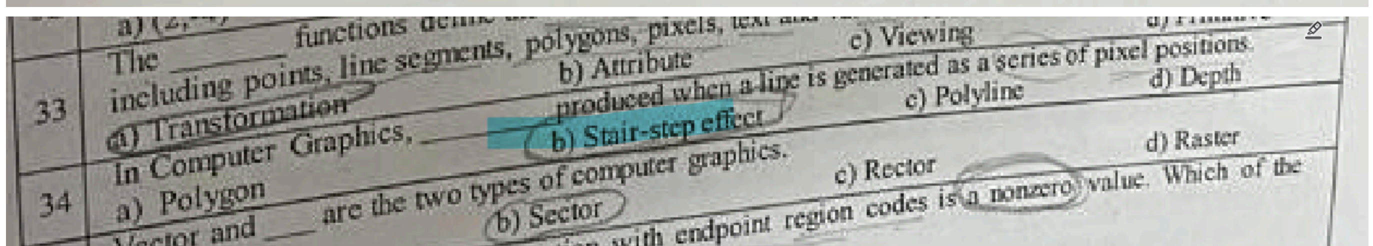
Questions



15 ______ is the part of the memory where ...
a) Depth b) Frame buffer c) Resolution

16 During a circle creation using Bresenham's algorithm, it is usually simple to generate a circle?
a) One octant first and other by successive translation
b) One octant first and other by successive reflection
c) Both A and B
d) None of the above mentioned

17 An ellipse can also be rotated about its center coordinates by rotating
a) End points b) Major and minor axis c) Only (a) d) None

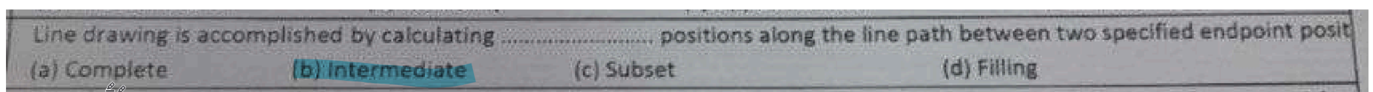


33 The ______ functions define the ... including points, line segments, polygons, pixels, text and ...
a) Transformation b) Attribute c) Viewing

In Computer Graphics, ______ produced when a line is generated as a series of pixel positions.
b) Stair-step effect c) Polyline d) Depth

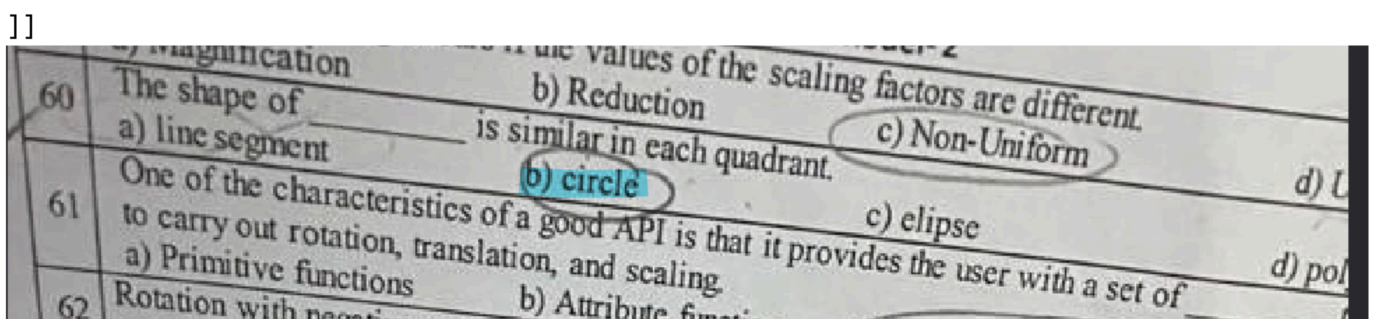
34 Vector and ______ are the two types of computer graphics.
a) Polygon b) Sector c) Rector d) Raster

... with endpoint region codes is a nonzero value. Which of the ...



Line drawing is accomplished by calculating .... positions along the line path between two specified endpoint posit
(a) Complete (b) Intermediate (c) Subset (d) Filling

]]

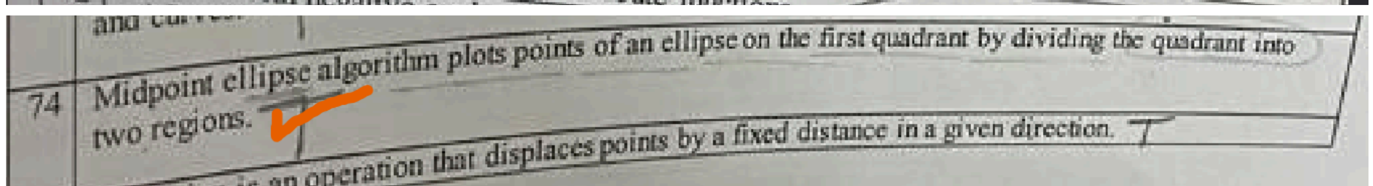


... Magnification ... If the values of the scaling factors are different
60 b) Reduction c) Non-Uniform

61 The shape of ______ is similar in each quadrant.
a) line segment b) circle c) elipse

One of the characteristics of a good API is that it provides the user with a set of ______ to carry out rotation, translation, and scaling.
a) Primitive functions b) Attribute functions

62 Rotation with negative ...



74 Midpoint ellipse algorithm plots points of an ellipse on the first quadrant by dividing the quadrant into two regions. ✓

... is an operation that displaces points by a fixed distance in a given direction. T

71	"The mid-point algorithm is used for both circle drawing as well as ellipse drawing, but the procedure is different for both of them." Based on the above statement, determine whether the following condition is true or false. "The circle follows 8 - symmetry property whereas the ellipse follows 4 – symmetry property." T ✓

67	An ellipse consists of two axes: major and minor axes where the major axis is the longest diameter and minor axis is the shortest diameter. T ✓
68	The higher the resolution of an image, the smaller the size. F T